

**PENGARUH UKURAN PARTIKEL TiO_2 TERHADAP EFISIENSI
SEL SURYA JENIS DSSC (*DYE-SENSITIZED SOLAR CELL*)**

Skripsi

Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1



**Disusun oleh :
Haris Hariyadi
J2D 005 171**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2010**

ABSTRACT

It has been done research about the effect of particle size of TiO_2 to efficiency of dye-sensitized solar cell (DSSC). The solar cell is constructed in sandwich system with collector electrode (TiO_2), counter electrode (carbon), dye mangoes and electrolyte are located between the both electrode and TiO_2 refined by ballmilling methode.

Solar cell characterization has been done using particle size analyzer (PSA) for particle size TiO_2 and X-Ray Diffraction (XRD) for crystallity size. Result characterization for PSA in powder TiO_2 with milling during 1, 3 and 6 hour have got particle diameter 1067,6; 511,7; 354,4 nm.

XRD pattern shows diffraction pattern which has the highest pick 2θ at $25,30^\circ$; $37,79^\circ$; $48,05^\circ$; $53,89^\circ$; $55,07^\circ$; and $62,69^\circ$ which appropriate with JCPDS number 21-1272 indicated TiO_2 anatase. By diffraction peak and Scherrer equation, obtained crystal size is 32 nm. The research solar cell with particle size collector electrode (TiO_2) at 1067,6; 511,7; 354,4 nm show solar cell efficiency at 0,003%; 0,006 %; 0,02% respectively which has maximum current and voltage at 0,004; 0,008; 0,008 mA and 37, 41, 127 mV.

Key words : Dye-Sensitized Solar Cell, TiO_2 , ballmilling methode

INTISARI

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh ukuran partikel TiO_2 terhadap efisiensi sel surya jenis DSSC. Konstruksi sel surya yang digunakan adalah sistem sandwich dengan elektroda kolektor (TiO_2), elektroda *counter* (karbon), pewarna buah manggis dan elektrolit yang terletak di antara kedua elektroda tersebut dan pada TiO_2 dihaluskan menggunakan metode *ballmilling*.

Karakterisasi sel surya dilakukan dengan *particle size analyzer* (PSA) untuk ukuran partikel TiO_2 dan X-Ray Diffraction (XRD) untuk ukuran Kristal TiO_2 . Dari hasil karakteristik PSA pada serbuk TiO_2 dengan *milling* selama 1, 3 dan 6 jam didapatkan diameter partikel sebesar 1067,6; 511,7; 354,4 nm.

Pada XRD lapis tipis TiO_2 menunjukkan pola difraksi dengan puncak utama pada 2θ yaitu $25,30^\circ$; $37,79^\circ$; $48,05^\circ$; $53,89^\circ$; $55,07^\circ$; dan $62,69^\circ$ yang sesuai dengan data referensi JCPDS No. 21-1272 yang mengindikasikan bahwa TiO_2 yang diukur adalah kristal anatase. Dari puncak difraktogram dan dengan bantuan persamaan Scherrer didapat ukuran kristalnya sebesar 32 nm. Penelitian sel surya dengan ukuran partikel elektroda kolektor (TiO_2) sebesar 1067,6; 511,7; 354,4 nm menghasilkan efisiensi sebesar 0,003%; 0,006 %; 0,02% dengan arus dan tegangan maksimum sebesar 0,004; 0,008; 0,008 mA dan 37, 41, 127 mV.

Kata kunci : Dye-Sensitized Solar Cell, TiO_2 , metode ballmilling

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Energi adalah salah satu tantangan yang kita hadapi pada abad 21 ini. Berdasarkan survey yang dilakukan oleh Professor Ricards Smalley dari *Rice University* mengenai masalah terbesar yang akan dihadapi manusia untuk 50 tahun mendatang, ternyata energi menduduki peringkat pertama. Cadangan sumber energi fosil di seluruh dunia terhitung sejak 2002 yaitu 40 tahun untuk minyak, 60 tahun untuk gas alam, dan 200 tahun untuk batu bara. Dengan keadaan semakin menipisnya sumber energi maka terjadi pergeseran dari penggunaan sumber energi tak terbahurui menuju sumber energi yang terbahurui. Dengan realita tersebut maka pengembangan energi listrik tenaga surya yang berbasis kepada efek *photovoltaic* dari piranti sel surya sebagai salah satu sumber energi yang murah, bebas polusi dan alami menjadi suatu pilihan yang tepat. Namun realita yang ada sekarang ini penggunaan sel surya sebagai sumber energi listrik masih sangat minim dan belum bisa diandalkan sebagai suatu sumber tenaga alternatif yang dapat mengganti tenaga listrik. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti kemampuan sel surya yang belum optimal dalam menghasilkan tenaga listrik, proses pembuatan sel yang memerlukan operasi pembiayaan yang mahal, apalagi jika sel tersebut masih harus diimpor bagi pembuatan modul sel surya (Almanda, 1997).

Dengan beberapa faktor tersebut di atas diharapkan juga akan semakin mendorong para peneliti Indonesia dibidang ini untuk lebih memfokuskan kemampuan membuat sel surya secara riil yang kompetitif dengan berbagai cara termasuk mencari terobosan baru yang sesuai dengan kondisi di Indonesia. Mengubah energi surya menjadi listrik dengan cara yang murah dan efisien bisa membantu menanggulangi permasalahan saat ini. Akan tetapi, biaya produksi yang tinggi dari sel-sel surya berbasis silikon telah membatasi penggunaan teknologi ini. Dalam hal ini diperlukan sel surya yang murah dengan kinerja sel tinggi dan sel surya organik atau yang dikenal dengan *dye-sensitized solar cell* (DSSC) bisa menjadi solusi. Sel-sel ini mudah dibuat dari material organik yang tidak mahal, fleksibel dan beraneka warna. Pada proses absorpsi cahaya oleh DSSC menyebabkan sebuah keadaan eksitasi yang dikenal sebagai *exciton* atau

pasangan *electron-hole*. Elektron dan *hole* terpisah satu sama lain dan dibawa melalui molekul donor dan akseptor ke elektroda, menghasilkan sebuah arus listrik (*photocurrent*). Proses konversi cahaya secara langsung menjadi listrik ini harus dioptimasi untuk sel-sel surya organik agar menjadi efisien. Banyak upaya yang telah dilakukan untuk mencari molekul donor dan akseptor yang cocok dan pengaturannya pada sebuah permukaan elektroda yang berskala nanometer (Smestad, 1998). Banyak sifat fisis maupun kimiawi yang bergantung pada ukuran. Dengan skala nanometer dapat dihasilkan sejumlah kekayaan sifat dan peluang menggenerasi sifat-sifat baru yang tidak dijumpai pada material ukuran besar (*bulk*) (Khairurrijal, 2008).

Keunggulan dari DSSC adalah selain teknik fabrikasinya relatif sederhana juga tidak memerlukan teknologi yang rumit sehingga biaya produksinya relatif rendah. Berbeda dengan sel surya konvensional yang semua proses melibatkan bahan silikon itu sendiri, pada DSSC absorpsi cahaya dan separasi muatan listrik terjadi pada proses yang terpisah. Absorpsi cahaya dilakukan oleh molekul *dye* dan separasi muatan oleh semikonduktor anorganik nanokristal yang memiliki celah pita lebar. Bahan semikonduktor yang sering digunakan sebagai elektroda dalam DSSC adalah TiO_2 (*Titanium Dioxide*). Hal itu dikarenakan TiO_2 memiliki fase Kristal yang reaktif terhadap cahaya, eksitasi elektron ke pita konduksi dapat dengan mudah terjadi apabila kristal ini dikenai cahaya dengan energi yang lebih besar daripada celah energinya. Selain itu TiO_2 relatif murah, inert, banyak dijumpai dan tidak beracun (Gratzel, 2006).

1.2 Perumusan Masalah

Krisis energi yang dialami Indonesia secara langsung akan membawa dampak yang semakin nyata kepada penelitian tentang sumber tenaga alternatif pengganti tenaga listrik yang salah satunya adalah DSSC. DSSC sangat potensial untuk dikembangkan di Indonesia karena dalam proses produksinya tidak memerlukan fasilitas ruang steril yang selalu menjadi hambatan terbesar untuk mengembangkan sel surya silikon di Indonesia. Sebagai semikonduktor akan digunakan TiO_2 (*Titanium Dioxide*) yang dihaluskan dengan menggunakan metoda *ballmilling*. Penggunaan metode *ballmilling* relatif lebih sederhana dan mekanisme pada proses pembentukan nanopartikel lebih cepat dan efektif karena pada *ballmill* terdapat gerak tiga dimensi dan putaran pada vialnya.

Dengan struktur partikel yang nano maka permukaan dari TiO_2 yang akan dilapiskan menjadi lebih luas sehingga memperbanyak *dye* yang terserab dan elektron yang tereksitasi.

Dengan semakin banyaknya *dye* yang terserab dan elektron yang tereksitasi maka akan mengakibatkan meningkatnya efisiensi.

Publikasi mengenai jenis sel surya ini sangat minim di Indonesia dan belum ada penelitian secara intensif untuk pengembangannya lebih lanjut. Penelitian ini diharapkan dapat lebih memasyarakatkan DSSC sebagai sel surya murah di Indonesia dan juga sebagai acuan untuk penelitian lebih lanjut dengan harapan agar dimasa mendatang bisa lebih dikomersialisasikan di Indonesia.

1.3 Batasan Masalah

Beberapa batasan perlu diberikan agar permasalahan yang akan dibahas menjadi terarah. Batasan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Pembuatan prototip DSSC menggunakan nanopartikel TiO_2 dengan *Ballmill* pada kecepatan 1000 rpm.
2. Parameter yang akan dikaji yaitu ukuran partikel TiO_2 .

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penyusunan tugas akhir ini adalah:

1. Menghasilkan prototip DSSC yang dapat mengkonversi energi surya menjadi listrik.
2. Mengkaji pengaruh ukuran partikel TiO_2 terhadap efisiensi sel surya.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari penelitian yang dilakukan, dapat diperoleh manfaat sebagai berikut :

1. Teknologi pembuatan DSSC yang dikembangkan di penelitian ini bisa menjadi acuan untuk penelitian lebih lanjut sehingga menghasilkan sel surya yang mempunyai efisiensi lebih baik.
2. Mengetahui pengaruh ukuran partikel TiO_2 terhadap efisiensi solar cell yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Almanda, Deni, 1997, *Prospek PLTS di Indonesia*, majalah elektro indonesia, edisi ke-10.
- Brammer, T., 2004, *Nanostructured Titania Dye-Sensitized Solar Cell, Study of The Effects of Variations in the TiO₂ Film Thickness and Dyeing Times*, Australia Research Centre for Functional Nanomaterials Division of Chemical Engineering, School of Engineering The University of Queensland, 6-9.
- Calogero ,Marco,2009, *Efficient Dye-Sensitized Solar Cells Using Red Turnip and Purple Wild Sicilian Prickly Pear Fruits*, 256-258.
- Coulter, 2006, *Delsa Nano Zeta Potential Distribution Analysis,Product: Delsa Nano Zeta Potential and Submicron Particle Size*, Miami.
- Cullity, BD., 1959, *Element of X-Ray Diffraction*. Addison Wesley Publishing Company Inc.
- Daenan, M., 2003, *Wondrous World of Carbon Nanotubes*, Eindhoven University of Technology.
- Fitri, 2009, *Performansi Dye Sensitized Solar Cell pada Kaca Lcd (Liquid Crystal Display) dengan Sensitizer Antosianin dari Bunga Pacar Air Merah (Impatiens Balsamina)*, UNDIP Semarang.
- Gary, J., 2007, *The Physics of Liquid Crystal*, Journal of Crystal Growth, Vol.193, 712.
- Gesenhues, 2001, Chem, Eng, Technol chapter 24, 685.
- Grätzel, M., dan R., Durrant, 2006, *Dye-Sensitized Mesoscopic Solar Cells*, chapter 8, 503-536.
- <http://ruby.colorado.edu/~smyth/min/tio2.html>, 26 Mei 2010, 21.35 WIB.
- http://www.supplierlist.com/photo_images/159361/Titanium_DioxideTiO2_Rutile_and_TiO2_Anatase.jpg Kamis 29 juli 2010, 7.55 WIB
- Khairurrijal, J., dan M., Abdullah, 2008, *Nano Saintek* chapter 1, 28.
- Kazmerski. Lawrence L, 2006, *Solar photovoltaics R&D at the tipping point: A 2005 technology overview*, Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena, 105–135
- Leofanti, G., Tozzola, G., dan Padovan, M., 1997, *Catal*, 307-327.
- Marwati , 2009. *Penggunaan Bunga Rosela (Hibiscus Sabdariffa) Sebagai Zat Warna pada Dye Sensitized Solar Cell*, UNDIP Semarang.
- Ollis, D.F., Al-Elkabi (editor), 1993, *Photocatalytic Purification and Treatment of Water and Air*, Elsevier, Amsterdam.
- Ou, H., dan S., Lo, 2007, *Review of Titania Nanotubes Synthesized Via The Hydrothermal Treatment: Fabrication, Modification, And Application*, 179-191.
- Richardson, J., 1989, *Principles of Catalyst Development*, New York: Plenum Press.
- Septina, W., D., Fajarisandi, M., Aditia, 2007, *Pembuatan Prototipe Solar Cell Murah dengan Bahan Organik-Inorganik (Dye-sensitized Solar Cell)*, Laporan Penelitian Bidang Energi, ITB, Bandung.
- Smestad, G.P., and M., Grätzel, 1998, *Demonstrating Electron Transfer and Nanotechnology: A Natural Dye-Sensitized Nanocrystalline Energy Converter*, Journal of Chemical Education, 75, 752-756.
- Sudjadi, E.P., Sakti, 2005, “*Pengaturan Cahaya Lampu Sebagai Fotosintesis Phytoplankton Buatan dengan Menggunakan Mikrokontroler At89s52*”, Jurusan Teknik Elektro, UNDIP Semarang, 11-14.
- Sze, S.M., 1981, *Physics of Semiconductor Devices*, second edition, chapter 14, John Wiley and Sons, New York.
- Ying Yu, 2008, *Inverted Solar Cell Using TiO₂ Nanotube Arrays*, Research Center for Applied Sciences, Taiwan.
- Yinhua, J., 2007, *Effects of Organic Acids On The Size-Controlled Synthesis Of Rutile Tio2 Nanorods*, Applied Surface Science, 9277-9282
- Yuan, Z., dan Su, B., 2004, *Titanium Oxide Nanotubes, Nanofibers And Nanowires*, 17-18.
- Yuliarto, B., 2007, *Teknologi Sel Surya Untuk Energi Masa Depan*, Indonesia Information Center.
- Zhang, Q., 2006, *Preparation and Photocatalytic Activity of Mesoporous Anatase TiO₂ Nanofibers By A Hidrothermal Method*, 12-17.